

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- ① BLACK BORDERS
  - TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
  - FADED TEXT
  - ILLEGIBLE TEXT
  - SKEWED/SLANTED IMAGES
  - COLORED PHOTOS
  - BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
  - GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

①⑫ **Offenlegungsschrift**  
①⑪ **DE 3044354 A1**

⑤① Int. Cl. 3:  
**G01 F23/00**

②① Aktenzeichen:  
②② Anmeldetag:  
④③ Offenlegungstag:

P 30 44 354.0-52  
25. 11. 80  
3. 6. 82

⑦① Anmelder:

Endress u. Hauser GmbH u. Co, 7867 Maulburg, DE

⑦② Erfinder:

Kompa, Günter, Dr., 7860 Schopfheim, DE

DE 3044354 A1

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ **Verfahren zur Feststellung des Erreichens eines vorbestimmten Füllstandes in einem Behälter und Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens**

DE 3044354 A1

Patentanwälte

3044354

Dipl.-Ing.  
E. Prinz

Dipl.-Chem.  
Dr. G. Hauser

Dipl.-Ing.  
G. Leiser

Ernsbergerstrasse 19

8 München 60

Endress u. Hauser GmbH u. Co.  
Hauptstraße 1  
7867 Maulburg

24. November 1980

Unser Zeichen: E 1028

### P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Verfahren zur Feststellung des Erreichens eines vorbestimmten Füllstandes in einem Behälter mittels eines in den Behälter ragenden Schwingstabs, dessen freies Ende auf der Höhe des vorbestimmten Füllstandes liegt und der mittels einer Erregungsvorrichtung zu Biegeschwingungen angeregt wird, dadurch gekennzeichnet, daß der Schwingstab von der Erregungsvorrichtung intermittierend mit Impulsen erregt wird, daß die Schwingzeitdauer gemessen wird, in der die Amplitude des schwingenden Schwingstabs in der Pause zwischen zwei Erregungsimpulsen bis zu einem vorgegebenen Schwellenwert absinkt, und daß das Erreichen des Füllstandes gemeldet wird, wenn die gemessene Schwingzeitdauer unter eine vorgegebene Zeitdauer sinkt, die kleiner als die Eigen-Schwingzeitdauer des ungedämpften Schwingstabs ist.

Schw/Ma

2. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, wobei der Schwingstab an einer Membran befestigt ist, dadurch gekennzeichnet, daß der Schwingstab (13) an seinem freien Ende als Vollstab und an dem mit der Membran (12) verbundenen Abschnitt als Hohlstab ausgebildet ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittelachse des Schwingstabs (13) gegen die Mittelachse der Membran (12) versetzt ist, daß an der Membran (12) auf der von dem Schwingstab (13) abgewandten Seite ein piezoelektrischer Wandler (17) befestigt ist, der die Erregungsimpulse empfängt, und daß an den piezoelektrischen Wandler (17) eine Auswertungsschaltung (26 bis 31) angeschlossen ist, die die Schwingzeitdauer mißt und ein das Erreichen des vorbestimmten Füllstandes meldendes Signal erzeugt, wenn die gemessene Schwingzeitdauer unter die vorgegebene Zeitdauer sinkt.
4. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Rand der Membran (12) an einem in einer Öffnung (2) in einer Behälterwand (1) einschraubbaren Einschraubstück (4) befestigt ist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Erregungsvorrichtung (25) derart ausgebildet ist, daß sie Wechselstromimpulse erzeugt, und daß die Auswertungsschaltung hintereinander eine Schaltungsanordnung (26, 27, 28, 29) zur Erzeugung eines der Schwingungsamplitude des Schwingstabes (13) proportionalen Signals, eine Schwellenwertschaltung (30) zur Erzeugung eines impulsförmigen Signals mit einer der Schwingzeitdauer des Schwingstabes (13)

25 11 60

- 3 -

3044354

- entsprechenden Dauer und eine Komparatorschaltung (32) zum Feststellen des Absinkens der gemessenen Schwingzeitdauer unter die vorgegebene Zeitdauer enthält.
6. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Schaltungsanordnung eine Begrenzungsschaltung (26), einen Verstärker (27), eine Gleichrichterschaltung (28) und ein Tiefpaßfilter (29) enthält und daß die Schwellenwertschaltung (30) ein Schmitt-Trigger ist.

- 4 -  
Patentanwälte

3044354

Dipl.-Ing.  
E. Prinz

Dipl.-Chem.  
Dr. G. Hauser

Dipl.-Ing.  
G. Leiser

Ernsbergerstrasse 19  
8 München 60

Endress u. Hauser GmbH u. Co.  
Hauptstraße 1  
7867 Maulburg

24. November 1980

Unser Zeichen: E 1028

---

Verfahren zur Feststellung des Erreichens eines vorbestimmten Füllstandes in einem Behälter und Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens

---

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 sowie auf eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens.

Aus der DE-AS 17 73 815 ist eine Vorrichtung bekannt, mit deren Hilfe das Erreichen eines vorbestimmten Füllstandes in einem Behälter festgestellt werden kann. Diese Vorrichtung enthält zwei in den Behälter ragende Schwingstäbe, die nach Art einer Stimmgabel in gegensinnige Biegeschwingungen versetzt werden. Sobald diese Schwingstäbe mit dem Füllgut im Behälter in Kontakt kommen, erfolgt eine Dämpfung der Schwingstäbe, die sich in einer Reduzierung der Schwingungsamplitude äußert. Bei dieser be-

kannten Vorrichtung erfolgt die Schwingungsanregung mit einem eigenen elektromechanischen Wandler, und die Amplitude der von diesem Wandler hervorgerufenen Biegeschwingungen wird mit Hilfe eines zweiten elektromechanischen Wandlers bestimmt. Das Ausgangssignal des zweiten Wandlers wird für die Auswertung ausgenutzt. Wenn bei der bekannten Vorrichtung die zwei Schwingstäbe in das Füllgut eintauchen, kann im Zwischenraum zwischen den Schwingstäben Füllgut haften bleiben, nachdem der Stand des Füllguts wieder abgesunken ist. Das zwischen den Schwingstäben feststehende Füllgut bewirkt eine Dämpfung der Schwingungen, so daß die als Anzeige für das Erreichen des vorbestimmten Füllstandes angesehene Amplitudenabsenkung eintritt, obwohl der vorbestimmte Füllstand nicht erreicht ist. Die bekannte Vorrichtung ist somit für Füllgüter nicht geeignet, die sich zwischen den Schwingstäben festsetzen können.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung der eingangs angegebenen Art zu schaffen, die bei Füllgütern aller Art universell einsetzbar sind, wobei die Vorrichtung bei konstruktiv einfachem Aufbau eine einwandfreie Füllstandsbestimmung gestatten soll.

Das erfindungsgemäße Verfahren enthält zur Lösung der gestellten Aufgabe die im Kennzeichen des Patentanspruchs 1 angegebenen Merkmale. Die erfindungsgemäße Vorrichtung enthält zur Lösung der Aufgabe die im Kennzeichen des Anspruchs 2 angegebenen Merkmale.

Beim erfindungsgemäßen Verfahren erfolgt die Feststellung des Erreichens eines vorbestimmten Füllstandes durch Auswerten der Zeitdauer, in der der Schwingstab bis zu einem Zeitpunkt nach Beendigung des Anregungsimpulses ausschwingt.

Diese Schwingzeitdauer hat deutlich voneinander unterscheidbare Werte, je nachdem, ob das Ende des Schwingstabs mit dem Füllgut in Kontakt steht oder nicht. Die Schwingzeitdauer ist aufgrund der Dämpfungswirkung des Füllguts kürzer, sobald das Schwingstabende mit dem Füllgut in Kontakt gekommen ist. Das Absinken der Schwingzeitdauer des Schwingstabs unter die vorgegebene Zeitdauer kann als Anzeichen dafür ausgewertet werden, daß der vorbestimmte Füllstand im Behälter erreicht ist.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung macht von einem mit einer Membran verbundenen Schwingstab Gebrauch, der an seinem freien Ende als Vollstab und an seinem mit der Membran verbundenen Abschnitt als Hohlstab ausgebildet ist. Aufgrund dieser Ausbildung eignet sich die erfindungsgemäße Vorrichtung auch für einen Einsatz bei Füllgütern, die sich am Schwingstab ansetzen können. Wegen der relativ großen Masse des Schwingstabendes hat der Füllgutansatz am Schwingstabende nur einen relativ kleinen Einfluß auf die Schwingzeitdauer des Schwingstabs, so daß auch bei Vorhandensein eines Füllgutansatzes noch eine gute Unterscheidung zwischen dem freischwingenden Schwingstab und dem mit dem Füllgut in Kontakt kommenden Schwingstab möglich ist. Die relativ große Masse des Schwingstabendes führt auch zu einer Verlängerung der Schwingzeitdauer, so daß die an die Auswertungsschaltung gestellten Anforderungen herabgesetzt werden.

Vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen der Erfindung sind in weiteren Unteransprüchen gekennzeichnet.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels, das in der Zeichnung dargestellt ist. In der Zeichnung zeigen:



Fig. 1 eine schematische Schnittansicht einer Vorrichtung nach der Erfindung,

Fig. 2 ein Schaltbild der mit der Vorrichtung von Fig. 1 verbundenen Auswertungsschaltung, und

Fig. 3 ein Diagramm zur Erläuterung des Schwingverhaltens des Schwingstabs.

In Fig. 1 ist die Wand 1 eines Behälters dargestellt, der zur Aufnahme eines Füllguts bestimmt ist, beispielsweise einer Flüssigkeit oder eines Schüttguts. Die Behälterwand 1 hat eine Öffnung 2, in der eine Vorrichtung 3 befestigt ist, mit deren Hilfe festgestellt werden soll, ob das Füllgut im Behälter einen vorbestimmten Füllstand erreicht hat oder nicht. Die Vorrichtung 3 hat ein Einschraubstück 4 mit einem Gewindeabschnitt 5, der in die Öffnung 2 der Behälterwand 1 eingeschraubt ist, und einen Sechskantabschnitt 6 zum Ansetzen eines Schraubenschlüssels. Ein zwischen die Behälterwand 1 und den Sechskantabschnitt 6 eingelegter Dichtring 7 dient zur Abdichtung zwischen dem Behälterinneren und dem Außenraum.

Das Einschraubstück 4 weist einen im Inneren des Behälters liegenden Abschnitt 8 auf, der sich einstückig an den Gewindeabschnitt 5 anschließt, jedoch einen kleineren Durchmesser als dieser hat. Durch das Einschraubstück 4 erstreckt sich eine Ausnehmung 9, die am unteren Ende des Abschnitts 8 zwei ringförmige Erweiterungsabschnitte 10 und 11 aufweist. In dem ringförmigen Erweiterungsabschnitt 11 ist der Rand einer Membran 12 befestigt.

Mit der Membran 12 ist ein Schwingstab 13 verbunden, wobei von besonderer Bedeutung ist, daß die Mittelachse 14 des Schwingstabs 13 um eine kleine Strecke 15 gegen die Mittelachse 16 der Membran 12 versetzt ist. Wie Fig. 1 erkennen läßt, ist der Schwingstab 13 an seinem mit der Membran 12 verbundenen Ende als Hohlstab und an seinem freien Ende als Vollstab ausgebildet.

Da die Membran 12 dicht mit dem Einschraubstück 4 verbunden ist, also eine vollkommene Trennung zwischen dem Behälterinneren und der Umgebung vorliegt, eignet sich die Vorrichtung 3 auch für einen Einsatz in explosionsgefährdeten Zonen.

Ein piezoelektrischer Wandler 17 ist mit der zur Ausnehmung 9 gerichteten Seite der Membran 12 verbunden. Der Wandler ist als Plättchen ausgebildet, das auf seiner Oberseite und auf seiner Unterseite einen elektrisch leitenden Belag trägt. Diese Beläge sind zur Vereinfachung der Darstellung in Fig. 1 weggelassen. Der untere Belag am Wandler 17 ist elektrisch leitend mit der Membran 12 verbunden, und an den oberen Belag ist eine Anschlußleitung 18 angeschlossen. Ein elektrisches Erregungssignal für den piezoelektrischen Wandler 17 kann zwischen eine Anschlußleitung 19, die über das Einschraubstück und die Membran zum unteren Belag des Wandlers 17 führt, und die Anschlußleitung 18 angelegt werden.

Wenn die Membran 12 durch Anlegen eines Wechselstrom-Erregungssignals an den piezoelektrischen Wandler 17 in Biegeschwingungen versetzt wird, wird auch der Schwingstab 13 infolge seiner exzentrischen Verbindung mit der Membran in Biegeschwingungen versetzt. Wenn der Schwingstab 13 solche Biegeschwingungen ausführt, bewegt sich

in der Darstellung von Fig. 1 sein unteres Ende in der Zeichenebene um seine Mittelachse 14 hin und her.

Die relativ dünnen, senkrecht zur Mittelachse 16 des Einschraubstücks 4 verlaufenden Wandbereiche 9a an der Übergangsstelle des Einschraubstücks 4 zum dünneren Abschnitt 8 bewirken eine Schwingungsentkopplung zwischen den schwingenden Teilen am unteren Ende der Vorrichtung 3 und der Behälterwand 1.

Wenn der Schwingstab 13 durch Anlegen des Erregungssignals an die Leitung 18 und 19 aufgrund der vom piezoelektrischen Wandler 17 hervorgerufenen Schwingungen der Membran 12 zu Biegeschwingungen angeregt wird, hören seine Schwingbewegungen nicht sofort wieder auf, wenn das Erregungssignal aufhört; er schwingt vielmehr für eine sich aufgrund seiner konstruktiven Eigenschaften, wie Länge, Dicke, Elastizität und dergleichen, ergebende charakteristische Zeitdauer nach. Der Schwingstab 13 schwingt also für eine hier als Eigen-Schwingzeitdauer des Biegestabs bezeichnete Schwingdauer, die sich aus der Dauer des Erregungsimpulses und aus der Ausschwingzeitdauer zusammensetzt. Diese Eigen-Schwingzeitdauer läßt sich immer dann messen, wenn der Schwingstab 13 frei und unbehindert durch auf ihn wirkende Dämpfungskräfte schwingen kann. Sobald das freie Ende des Schwingstabs 13 jedoch in Berührung mit dem Füllgut kommt, läßt sich eine deutliche Verkürzung der Schwingzeitdauer feststellen, die auf die vom Füllgut auf den Schwingstab 13 ausgeübte Dämpfungswirkung zurückzuführen ist. Diese Verkürzung der Schwingzeitdauer wird für die Feststellung des Erreichens eines vorbestimmten Füllstandes ausgenutzt.

Die in Fig. 2 dargestellte Auswertungsschaltung ermöglicht es, durch Auswertung der jeweils gemessenen Schwingzeitdauer des Biegestabs 13 anzuzeigen, ob das Füllgut den vorbestimmten Stand erreicht hat oder nicht, der durch die Höhe festgelegt ist, in der sich das freie Ende des Schwingstabs 13 im Behälter befindet.

Die Auswertungsschaltung von Fig. 1 enthält als Erregungsvorrichtung einen Impulsgenerator 25, der intermittierend Wechselstromimpulse erzeugt. Diese Wechselstromimpulse gelangen zum piezoelektrischen Wandler 17 und regen diesen zu Schwingungen an. Außerdem werden die Impulse einer Begrenzungsschaltung 26 zugeführt, in der die Amplitude der Impulse auf einen bestimmten Betrag begrenzt wird. Die Ausgangssignale der Begrenzungsschaltung 26 werden in einem Verstärker 27 verstärkt und in einem Gleichrichter 28 gleichgerichtet. Nach Durchlaufen eines Tiefpasses 29 gelangen sie zu einem als Schwellenwertschaltung verwendeten Schmitt-Trigger 30, der aus dem ihm zugeführten Signal einen Signalimpuls erzeugt, dessen Dauer dem Abstand der Zeitpunkte entspricht, an dem das Eingangssignal des Schmitt-Triggers einen vorbestimmten Schwellenwert übersteigt und wieder unter einen vorbestimmten Schwellenwert fällt. Das Ausgangssignal des Tiefpasses 29 wird auch einem Monoflop 31 zugeführt, das nach seiner Auslösung einen Impuls mit vorbestimmter Dauer abgibt. Die Auslöseschwelle des Monoflops 31 muß so gelegt werden, daß der von ihm abgegebene Impuls am gleichen Zeitpunkt wie der vom Schmitt-Trigger 30 abgegebene Impuls beginnt. Auf welchen Wert die Dauer des vom Monoflop 31 erzeugten Impulses einzustellen ist, wird unten noch näher erläutert.

Die Ausgangsimpulse des Schmitt-Triggers 30 und des Monoflops 31 werden an einem Komparator 32 angelegt, der so ausgebildet ist, daß er die Dauer seiner Eingangsimpulse vergleicht und nur dann ein Ausgangssignal abgibt, wenn die Dauer des Impulses aus dem Schmitt-Trigger 30 kürzer als die des Impulses aus dem Monoflop 31 ist. Das Ausgangssignal des Komparators 32 wird an eine Anzeigevorrichtung 33 angelegt, mit deren Hilfe das Erreichen des vorbestimmten Füllstandes angezeigt werden kann. Diese Anzeigevorrichtung ist nur ein Beispiel dafür, zu welchem Zweck das Ausgangssignal des Komparators 32, das das Erreichen des vorbestimmten Füllstandes meldet, verwendet werden kann. Das Meldesignal kann natürlich auch zum Betätigen eines Relais oder zum Betätigen irgendeiner Schaltvorrichtung ausgenützt werden, ohne daß eine Anzeigevorrichtung betätigt wird.

Bevor nun die Wirkungsweise der Schaltung von Fig. 2 genauer erläutert wird, sei zunächst das Signal betrachtet, das in dieser Schaltung ausgewertet wird. Fig. 3 zeigt die Hüllkurve dieses Signals, wie es am Ausgang der Begrenzungsschaltung 26 auftritt. Es wird angenommen, daß der Impulsgenerator einen Wechselstromimpuls abgibt, der am Zeitpunkt  $t_0$  beginnt und am Zeitpunkt  $t_1$  endet. Die in Fig. 3 dargestellte Hüllkurve veranschaulicht die Begrenzung der Amplitude dieses Impulses auf den Wert  $U_1$ . Wie bereits erläutert wurde, hört der Schwingstab 13 nicht sofort nach Beendigung des Anregungsimpulses aus dem Impulsgenerator 25 auf, sondern er schwingt noch nach. Aufgrund dieses Schwingens erzeugt der piezoelektrische Wandler 17 ein Wechselstrom-Ausgangssignal, dessen Amplitude mit zunehmender Zeitdauer abnimmt, wie der am Zeitpunkt  $t_1$  beginnende Hüllkurvenabschnitt 34 im Diagramm von Fig. 3 erkennen läßt. Der Wandler 17 dient also nicht

nur dazu, die Schwingungen des Schwingstabs 13 anzuregen, sondern er ist auch der Fühler, der das Ausschwingen des Schwingstabs 13 nach Beendigung des Erregungsimpulses in ein verwertbares elektrisches Signal umsetzt.

Der mit ausgezogenen Linien dargestellte Hüllkurvenabschnitt 34 stellt sich ein, wenn der Schwingstab 13 freischwingen kann, also nicht vom Füllgut gedämpft wird. Als Endzeitpunkt der Eigen-Schwingzeitdauer des Schwingstabs 13 sei hier der Zeitpunkt  $t_3$  festgelegt, an dem die Schwingungsamplitude auf den Spannungswert  $U_3$  abgenommen hat, der gleich der Hälfte der Spannung  $U_2$  ist, die der ausschwingende Schwingstab 13 unmittelbar nach Beendigung des Erregungsimpulses hervorruft.

In Fig. 3 ist mit gestrichelten Linien auch ein Hüllkurvenabschnitt 35 dargestellt, der sich dann ergibt, wenn das freie Ende des Schwingstabs 13 mit dem Füllgut in Berührung kommt. Durch die vom Füllgut hervorgerufene Dämpfungswirkung wird die Schwingzeitdauer gegenüber der Eigen-Schwingzeitdauer deutlich verringert, was sich in Fig. 3 dadurch zeigt, daß der Spannungswert  $U_3$  bereits am Zeitpunkt  $t_2$  erreicht wird. Nach Fig. 3 ist somit die Schwingzeitdauer des ungedämpften Schwingstabs 13 die Zeitdauer zwischen den Zeitpunkten  $t_0$  und  $t_3$ , die nach der obigen Definition die Eigen-Schwingzeitdauer ist, während die Schwingzeitdauer des gedämpften Schwingstabs 13 die Zeitdauer zwischen den Zeitpunkten  $t_0$  und  $t_2$  ist.

Für die Feststellung, ob der Schwingstab 13 vom Füllgut bedeckt ist, muß überprüft werden, ob die Schwingzeitdauer des Schwingstabs 13 kleiner als eine vorgegebene Zeitdauer ist, die kleiner als die Eigen-Schwingzeitdauer ist. Die Schaltung von Fig. 2 kann diese Feststellung treffen.

Zunächst sei angenommen, daß der Schwingstab 13 vom Füllgut nicht bedeckt ist, also frei und ungedämpft schwingen kann. Es sei angenommen, daß der Schwingstab 13 von einem vom Zeitpunkt  $t_0$  bis  $t_1$  dauernden Wechselstromimpuls aus dem Impulsgenerator 25 angeregt wird und dann im Anschluß daran, beginnend mit dem Zeitpunkt  $t_1$ , ausschwingt. Unter diesen Bedingungen ergibt sich am Ausgang der Begrenzungsschaltung 26 das Signal, dessen Hüllkurve in Fig. 3 mit ausgezogenen Linien dargestellt ist. Nach Durchlaufen des Verstärkers 27, des Gleichrichters 28 und des Tiefpasses 29 steht am Eingang des Schmitt-Triggers 30 ein Gleichstromsignal zur Verfügung, dessen Verlauf dem im positiven Bereich liegenden Abschnitt der Hüllkurve von Fig. 3 im wesentlichen proportional ist. Die Schaltschwelle des Schmitt-Triggers 30 ist so gelegt, daß sein Ausgangssignal einen hohen Wert annimmt, wenn sein Eingangssignal die Hälfte des Werts überschreitet, den das vom ausschwingenden Schwingstab 13 erzeugte Signal am Zeitpunkt  $t_1$  hat, und daß sein Ausgangssignal wieder einen niedrigen Wert annimmt, wenn dieser 50%-Wert unterschritten wird. Am Ausgang des Schmitt-Triggers 30 ergibt sich dadurch ein Impuls, der praktisch am Zeitpunkt  $t_0$  beginnt und am Zeitpunkt  $t_3$  endet. Die Dauer dieses Impulses setzt sich somit aus der Ausschwingzeitdauer von  $t_1$  und  $t_3$  und aus der Dauer des vom Impulsgenerator 25 erzeugten Impulses zusammen.

In dem hier betrachteten angenommenen Fall ist die Haltezeit des Monoflops 31 so eingestellt, daß sie vom Zeitpunkt  $t_0$  bis zum Zeitpunkt  $t_e$  dauert, also kürzer als die Eigen-Schwingdauer ist. Da dem Monoflop 31 das gleiche Signal wie dem Schmitt-Triggers 30 zugeführt wird, wird das Monoflop 31 auch am Zeitpunkt  $t_0$  ausgelöst, so daß

sein Ausgangsimpuls am gleichen Zeitpunkt wie der Ausgangsimpuls des Schmitt-Triggers 30 beginnt. Im angenommenen Fall des unbedeckten Schwingstabs 13 endet der Ausgangsimpuls des Schmitt-Triggers 30 am Zeitpunkt  $t_3$  und der des Monoflops 31 am Zeitpunkt  $t_e$ .

Der Komparator 32 vergleicht nun die Dauer der ihm zugeführten Impulse, und er gibt im angenommenen Fall kein Ausgangssignal an die Anzeigevorrichtung 33 ab, was bedeutet, daß der Schwingstab nicht mit dem Füllgut in Berührung steht, der vorbestimmte Füllstand also noch nicht erreicht ist.

Zur Berücksichtigung von Störeinflüssen, beispielsweise Toleranzen, die zu einer Verkürzung der eigentlich erwarteten Eigen-Schwingzeitdauer des Biegestabs 13 führen können, wird in der Praxis wie im oben geschilderten Fall die Haltezeit des Monoflops 31 nicht exakt auf die Eigen-Schwingzeitdauer (in Fig. 3 von  $t_0$  bis  $t_3$ ) eingestellt, sondern auf die vorgegebene Zeitdauer von  $t_0$  bis  $t_e$ . Dadurch wird erreicht, daß der Komparator 32 nicht bereits dann ein Ausgangssignal abgibt, wenn die vom Schmitt-Trigger 30 festgestellte Schwingzeitdauer aufgrund von Störeinflüssen kürzer als die erwartete Eigen-Schwingzeitdauer ist, obwohl der Schwingstab 13 noch nicht mit dem Füllgut in Kontakt gekommen ist.

Kommt der Schwingstab 13 mit dem Füllgut in Kontakt, was beim Erreichen des vorbestimmten Füllstandes im Behälter der Fall ist, werden die Schwingungen des Schwingstabs 13 gedämpft, was sich durch eine deutliche Verkürzung der Schwingzeitdauer zeigt. Der Impuls aus dem Schmitt-Trigger 30 dauert dabei nur noch vom Zeitpunkt  $t_0$  bis zum Zeitpunkt  $t_2$ , ist also deutlich kürzer als die fest einge-



stellte Haltezeit des Monoflops 31. Der Komparator 32 stellt nun fest, daß der Impuls aus dem Schmitt-Trigger 30 kürzer als die Haltezeit des Monoflops 31 ist, und er gibt als Reaktion auf diese Feststellung ein Ausgangssignal an die Anzeigevorrichtung 33 ab, in der dieses Signal zur Anzeige des Erreichens des vorbestimmten Füllstandes angewendet wird. Wie erwähnt, kann dieses Signal auch zur Betätigung eines Relais und zum Schließen eines Ventils angewendet werden.

Der in Fig. 1 dargestellte Schwingstab 13 ist besonders unempfindlich gegen Füllgutansatz. Da das freie Ende des Schwingstabs 13 als Vollstab ausgebildet ist, also eine relativ große Masse hat, beeinflußt ein Füllgutansatz am Schwingstab die Eigen-Schwingzeitdauer nur wenig, da die Ansatzmasse als klein im Vergleich zur Masse des Schwingstabendes angesehen werden kann. Das Vorhandensein der größeren Masse am Schwingstabende bewirkt auch eine Vergrößerung der Schwingzeitdauer, so daß die an die Schaltung zur Auswertung der Schwingzeitdauer gestellten Anforderungen herabgesetzt werden können.

- 16 -  
Leerseite

3044354  
G 01 F 23/00  
25. November 1980  
3. Juni 1982



Patentanmeldung vom 24. November 1980  
"Verfahren zur Feststellung des..."  
Endress u. Hauser..., Maulburg

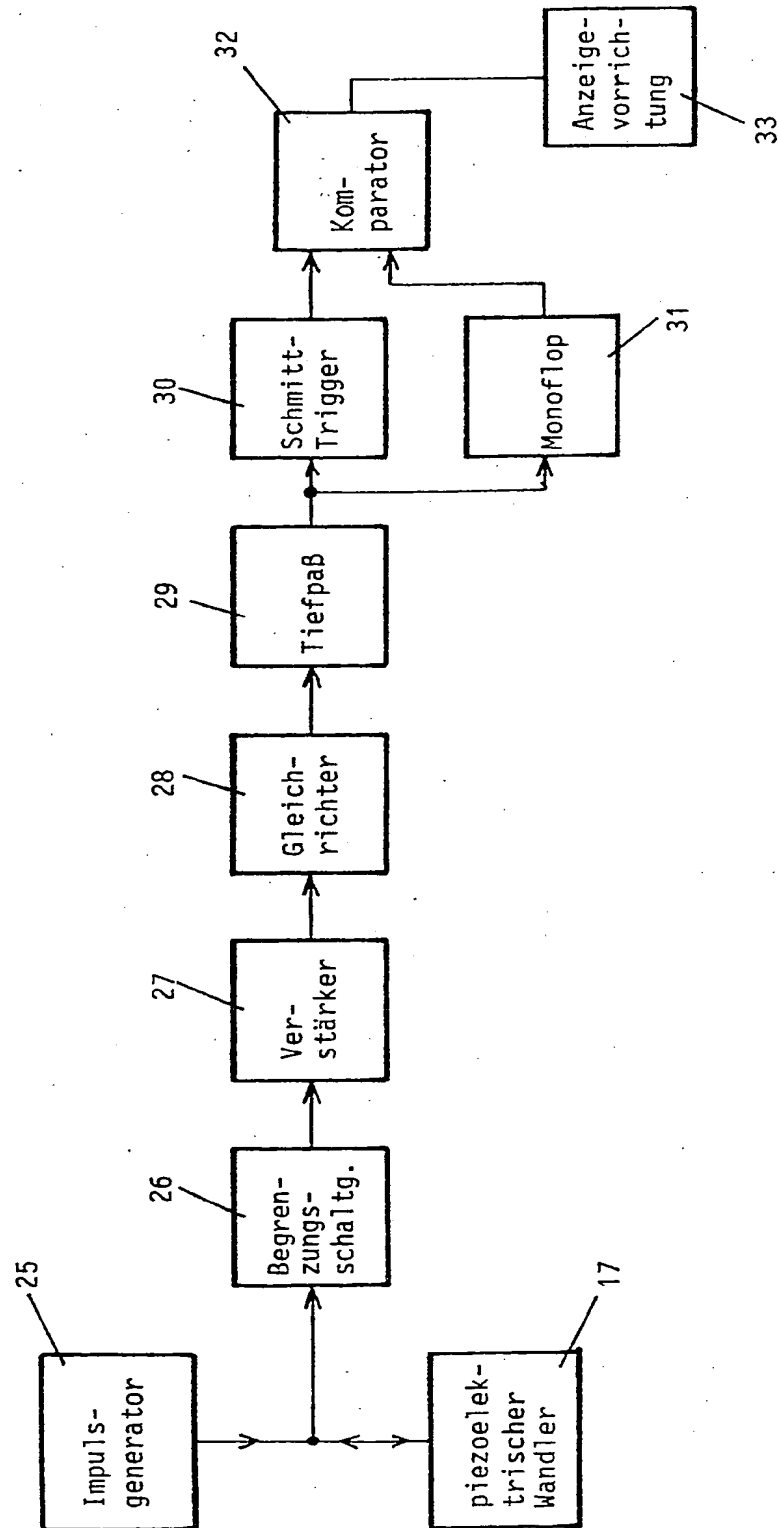


Fig. 2

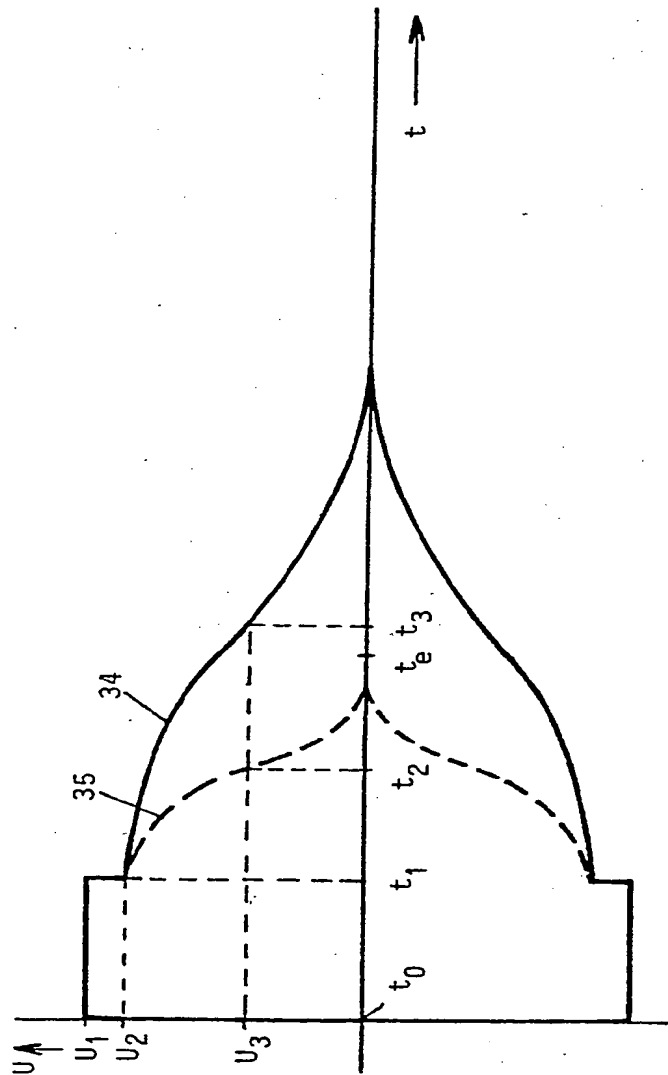


Fig. 3